

# 両耳分離聴による色聴共感覚の検討

山下花緒<sup>1</sup>・榎本玲子<sup>2</sup>・山上精次<sup>3</sup>

## An experimental study of sound-color synesthesia using dichotic listening paradigm

Kao Yamashita,<sup>1</sup> Reiko Enomoto,<sup>2</sup> and Seiji Yamagami<sup>3</sup>

**Abstract**：色聴における半球機能の優位性および音によって知覚される色の一貫性について両耳分離聴を用いて検討した。個人の優位耳の特定には至らず、共感覚者に共通する優位耳もなかったため、半球機能の優位性については確認できなかった。また、RGB 値を変数として単音条件下の色選択の一貫性について検討したところ、共感覚者 2 名と一般群とでは一貫性に差はなかった。しかし、提示方法および音の組み合わせによる色知覚の変化について検討した結果、単音で知覚された色により近い色を知覚する音の組み合わせがあることが分かった。

**Keywords**：共感覚、色聴、分離聴、音感

### 序 文

#### 共感覚とは

共感覚 (synesthesia) とは、ある一つの感覚の刺激によって別の知覚が不随意的に引き起こされることを言う (Cytowic, 1993 山下訳 2002)。例えば、文字の形や音から色が見えたり、食べ物や口にしただけで実際には触っていないのに指先に感触がある、というような現象で、つまり 2 つの感覚が一緒になった状態 (joined sensation) のことである (Cytowic & Eagleman, 2009 山下訳 2010)。また、南 (2010) の引用によれば、共感覚は 2 つに分類することができる。すなわち、先述の例のうち前者のような、共感覚を引き起こす刺激とそれによって誘発される反応とが同じ 1 つの感覚様相の異なった次元からなる感覚様相内の共感覚 (intramodal synesthesia) と、後者のような、引き起こす刺激の感覚様相と誘発される反応の感覚様相が異なる感覚様相間の共感覚 (intermodal synesthesia) とに分けることができるのである (Marks & Odgaard, 2005)。

#### 共感覚の定義と種類

共感覚は長らく、共感覚者の内的世界の自己報告であるために、客観的な実在性が明確ではなく研究の対象から除外されていたが、心理学の行動主義から認知心理学

への転換とともに、1980年代頃からポジトロン CT (PET) や磁気共鳴画像 (MRI) などの画像診断法が登場したことで、実際に脳が活動している状態に関する客観的データが得られることから、特に1990年以降共感覚に関する研究は急増することとなった。それらの研究の中で共感覚に共通する特性によって共感覚が定義づけられている。主なものを挙げると、Ward & Mattingley (2006), Harrison (2001 松尾訳 2002), Cytowic & Eagleman (2009 山下訳 2010) などがある。それぞれの定義の特徴をまとめると、同一の点もあれば、他が言及していない特徴を定義としているものもある。

3 つの定義に共通してみられる特徴としては、共感覚が想像とは異なり、自動的・不随意的であることである。また、Ward らと Cytowic らは共感覚体験が個人内では時間の経過があっても一貫しているとし、Harrison の定義と Cytowic らでは、共感覚体験が鮮明であるとして、一致している。これら 3 つが共感覚の大きな定義として言えるだろう。

共感覚の種類は非常に多様である。Ward (2010) の共感覚スクリーニングの質問紙からも分かるように、引き金となる刺激だけでも書記素、数字、声、においなど 21 種類以上が挙げられており、さらにこれによる共感覚体験も色や触感など 8 つが例示されている。これらの組み合わせを考えただけでも共感覚の種類が非常に多様であることが伺える。

実際に、Day (2005) は E-mail 等によって自ら集めたデータに先行研究のデータを加え、合計 572 の共感覚の事例を一覧にして紹介し、35 種類の共感覚に分類した。なお、Day のデータは 2011 年 4 月の時点で 1147 の事例をインターネットで公開し、少なくとも 63 種類の共

受稿日 2012 年 11 月 19 日 受理日 2012 年 12 月 14 日

- 1 専修大学大学院文学研究科 (Graduate School of the Humanities, Senshu University)
- 2 専修大学人間科学部心理学科 (Department of Psychology, Senshu University)
- 3 専修大学人間科学部心理学科 (Department of Psychology, Senshu University)

感覚がみられるという（山下，2010）。ただしこのデータの大半は自己報告に基づいているため信頼性や妥当性について疑問ではある。一般的によくみられる共感覚については Cytowic & Eagleman（2009 山下訳 2010）が紹介しており、多岐に渡る共感覚の中でも数字列形、色字共感覚、単語に味を感じるタイプ、色聴、文字や数字の擬人化、がそれである。

## 説明理論

共感覚のような他の感覚を同時に生じさせる現象はどのようにして起こるのだろうか。現在、それを説明する理論は明確にはなっていない。しかし、最も説明力のある仮説として、別々に分かれた脳領域や神経ネットワークの間の情報共有、すなわち“クロストーク”が通常より多くなっているため、それが共感覚として現れるというものがある。先に示したように、通常の脳であってもクロストークは行われているが、共感覚者の脳とではこの量が違う、ということである。

なぜこのような違いが生じるのかについては通常より脳のなかの結合が多いという説がある。胎児期には毎秒2000万個のシナプスが形成され、新生児は脳領域どうしの結合が過剰な状態で生まれる。領域の分化に際し、一部の結合が退縮によって取り除かれるが、なんらかの理由で刈り込みが不十分だった場合に共感覚を発現する、というのがこの仮説である。あるいは、刈り込みの量は通常と変わらないが、ニューロンの過成長のために結合が多く、共感覚を発現する、という考え方もある。

Grossenbacher（1997）が最初に提言した説はこれとは異なり、脳領域間の抑制がうまくいっていないことが共感覚の原因であると見なしている。つまり、正常な脳では抑制と興奮のバランスがとれているが、共感覚者の脳では抑制が小さい、という考えである。この説では、クロス感覚の配線は誰でも同じだけ存在するが、通常は抑制を受けるために発現することではなく、脱抑制された場合に領域間の距離に関わらず結合さえしていれば共感覚が発現する、としている。

3つ目は、Hebb（1949）の法則を背景にした、共感覚者の可塑性についての説である。Hebbの法則とは、同時に活性化するニューロンどうしは結合が強くなるという原則である。共感覚者の脳の可塑性はやや少ない可能性があり、最初にできた感覚どうしのペアリングが固定されてしまったために、共感覚というかたちで発現する、というのがこの説である。

共感覚の生じる原因については決定打を欠く一方で、

近年 fMRI など脳機能を計測する技術が発展し、共感覚者固有の脳の賦活領域は分かってきた（高橋・藤澤・長田・杉尾・井口，2006，長田・藤澤，2009）。Nunn, Gregory, Brammer, Williams, Parslow, Morgan, Moris, Bullmore, Baron-Cohen, and Gray（2002）は単語聴取によって色を誘発するタイプの共感覚（auditory word-color synesthesia）に対し、単語聴取によって脳のどの部位が賦活するかを fMRI を用いて調べた。その結果、このタイプの共感覚者における固有の賦活部位は色知覚野（V4）であることが分かった。注目すべきは、さらに左右の色知覚部位の活動を比較すると左の賦活の方が大きかったことである。だが、Rich, Williams, Puce, Syngeniotis, Howard, McGlone, and Mattingley（2006）によるとこれとは異なる報告がなされている。このような知見の違いがあるにも関わらず、共感覚における大脳半球の左右の優位性に焦点を当てた研究はなく、続報が期待される。

## 色聴（music-color synesthesia）と音に対する概念

色聴とは、音を聞くと何かが見えるタイプの共感覚のことを言う。色聴はピッチや音色などの音響的特性と視覚的クオリア（赤さ、明るさ、鮮明さなど感覚体験の主観的側面）との間に生じる共感覚の結びつきである。しかしそれがどのようにして起きるかは明らかにされていない。また、Day（2005）の自己報告調査によれば、共感覚のおよそ40%が「耳で見ています」と言う（Cytowic & Eagleman, 2009 山下訳 2010）。

絶対音感とは、ある音を単独で聞いた時に、他の音との比較なしにその音の音名または任意の楽器上のそれに対応する位置を指示できる能力であると一応定義される。ただ、このような操作的な定義は一面的となりやすく、その本質は音の体系に対して主体が何らかの対応する代表性的な関係を持つことである（梅本，1966）。共感覚を持つ人々は絶対音感と共感覚との間に関係があるのか、という質問をよくするという。あるピッチの音に特定の色が割り当てられていれば絶対音高を記憶しやすいと思うからだろう。またその逆で、絶対音感を持っていればこの音にはこの色、といったように音と色の結びつきを容易にするかもしれない。

聴覚においては、視覚の場合より知覚と概念との間に大きな相互作用があると考えられる。また、ほとんどの共感覚において色を誘発するのは低位の知覚のパラメータではなく、概念であるとされている。

## 目的

本研究では、両耳分離聴の手法を用いて色聴共感覚における半球機能の優位性および色知覚に対する音の概念の影響について調べることを目的とする。共感覚者に対する両耳分離聴の実験はあまり例をみないことに本研究の意義をみる。1音ずつの提示ではその音固有の色が知覚され、和音では構成する音や2音間の音程に影響した反応がみられると予想される。そして両耳分離聴の手法を用いて聴覚刺激を提示した場合には優位耳が存在すれば左右の音の聞こえやすさに差が生じ、より聞こえやすくてどんな音が分かった方の音の影響が色知覚に大きく表れ、非優位耳に提示された音の影響は小さくなるものと考えられる。

## 方法

### 参加者

音から色を感じる共感覚者2人と、一般大学生11人（男性5人、女性6人）であった。大学生の平均年齢は21.64歳、標準偏差0.67歳であった。八田（1996）の利き手テストを実施したところ、一般大学生では右利きが9人（平均点10.00点、標準偏差0.00点）、左利きが1人（-9点）、両利きが1人（1点）であることが分かった。

共感覚者2人について、以降では1人目を共感覚者a、2人目を共感覚者bとする。以下、共感覚者のプロフィールについて記述する。

■共感覚者aのプロフィール 27歳女性であった。利き手テストの結果は左利き（-4点）であった。共感覚という言葉、意味を知ったのは2006年1月、友人に教えられた。共感覚は物心ついた頃から感じていた。というのも、自分の名前（平仮名）を色で覚えていた記憶があるからである。共感覚の種類は、現在は色聴（音→形を含む）、数字→色、一部の文字→色、また最近シャワーの流水音からメロディーを感じる（音→音）ことに気付いた。幼少期は50音からも色を感じていたが、成長とともに消失した。一部の平仮名や漢字には色を感じることもある。日常生活において共感覚を制御することは難しいと言う。家族内に共感覚を有しているものはいない。

音を聞いて感じる色は視界の左上の隅のところで感じる。色が見えるのは一瞬である。楽器音よりも生活音・デジタル音、単音よりも曲、波長が合うと思う音、残響音に色を感じる。小学校から高校までピアノを習ってい

たが、譜面を読まずに色から音を判断しており音感は身についていない。

■共感覚者bのプロフィール 29歳男性であった。利き手テストの結果は両利き（7点）であった。共感覚という言葉、意味は20歳の頃、インターネットで検索して知った。振り返ってみれば、幼少期より共感覚を持っている。共感覚の種類は、文字（かな・漢字・アルファベット・数字）や形（図形・風景・知らない文字）→色・音・におい・触感、音（音楽～自然音）→色（形）・におい・味・触り心地などがある。五感すべてが他の感覚とリンクしているといっても過言ではない。共感覚は一方向性とも言われているが、共感覚者bの場合は色から音を感じる両方向のつながりがある。ただ、以前に比べて色が見えづらくなるなどの変化が生じている。共感覚は意識すればより強く感じられるが、日常生活に支障をきたすようなことはない。家族内にも共感覚傾向を示す人物がいる。

音を聞くとその音源のする方から色を感じる。単純な音なら一瞬で色が見えるが、複雑な和音の場合などは始めの数秒が不安定で十秒ほど後に色が見える。4歳から中学生までピアノを習っており、生得的に絶対音感を有している。楽音を聞いたときに色と音名が分かるのはほぼ同時である。音色にも色を感じる。

### 装置

篠原（2009）の色聴者判定テストを参考に、WindowsXPで実験プログラムを組み、17インチ液晶ディスプレイに表示した（図1）。色を選択するためのカラーピッカーはAdobe Flash Professional CS5.5で作成した。色の選択はカラーピッカー上の黒い点をマウスを用いてドラッグすることで行った。カラーピッカーの色の配置は試行ごとに変えることはせず、また次の試行に移行すると前回選択した色からスタートした。聴覚刺激の提示は、別のWindows7のパソコン、23インチの液晶ディスプレイ、ヘッドホンを用いて行った。

### 刺激

使用する聴覚刺激はピアノ音の「C3、D3、E3、F3、G3、A3、B3」とその半音階とした。提示方法は3条件を設定し、これらの音を1音ずつ両耳に同時に提示する単音条件、これらのうちの2音を両耳に同時に提示する和音条件、和音条件と同様の2音を左右の耳に1音ずつ同時に提示する分離条件とした。和音条件と分離条件で用いた2音は奥宮・大串（1997）を参考に、C、



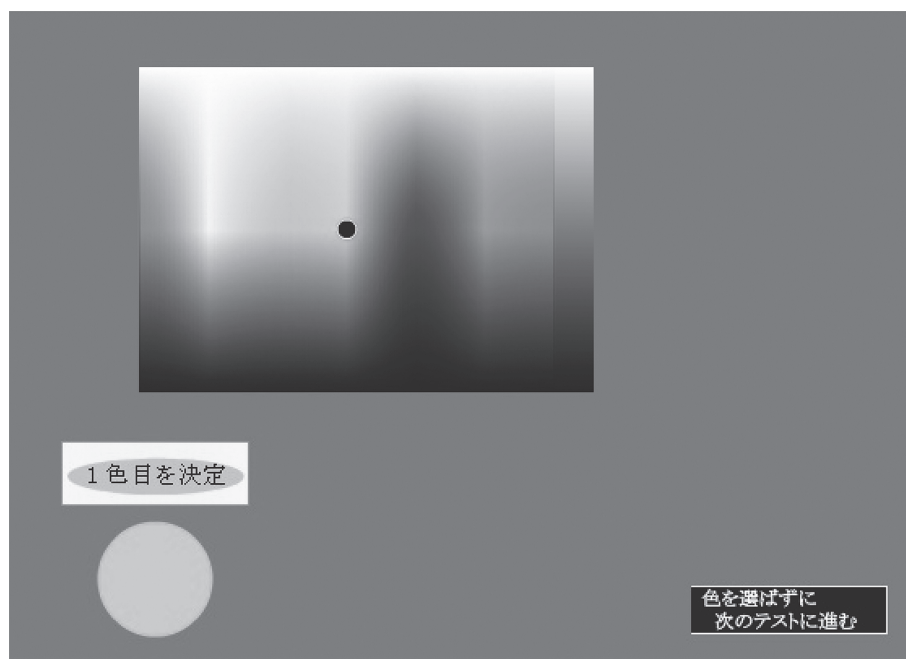


図1 テスト画面。実際はフルカラー表示されていた。カラーピッカー上の黒い点が置かれた色が左下の丸い窓に表示された。

表1 3つの提示条件で用いた刺激音と刺激が提示された耳

提示条件	単音条件	和音条件	分離条件	
	両耳	両耳	右耳	左耳
提示音	C	CF	F	C
	C#	CA#	C	A#
	D	C#G	C#	G
	D#	C#A	A	C#
	E	DG#	D	G#
	F	DB	B	D
	F#	D#F	D#	F
	G	D#F#	F#	D#
	G#	EG	G	E
	A	EB	E	B
	A#	F#A#	A#	F#
	B	G#A	G#	A

C#, …, A#, B の各調における3音で構成する9つのコードのうち、2音ずつの組み合わせによる出現頻度と2音間の音程2～11度をすべて満たすようにした(表1)。これらを MuseScore のピアノ音で作成し、音編集ソフト Audacity に取り込んですべての刺激の音圧を等しくし、また提示の終了時のノイズを抑制するため、フェードアウト処理を施した。刺激の提示時間はすべて1秒間とした。分離条件においては、左右のチャンネルで提示される単音の回数をカウンターバランスした。いずれの条件下でも、各刺激は3回反復して提示し、提示順序はすべてランダム化した。

## 手続き

参加者ははじめに八田(1996)の利き手テストに回答した。次にパソコンの前に座ってヘッドホンを装着し、聴覚刺激を聴取して知覚(想起)された色をカラーピッカーから選択させた。色は3色まで選ぶことができ、色を選択せずに次の試行へ進むこともできた。複数の色を選択する場合は強く感じられた順に1色目から選ぶよう教示した。聴覚刺激は単音条件、和音条件、分離条件の順で提示し、1条件につき36試行、計108試行を行った。実験中は観察距離およそ60cmを保った。教示は条件ごとに行い、単音および和音条件では「音の高さを意識して聞いて下さい」、分離条件では予め左右で異なる音が提示されることを伝え、「どちらかの耳に注意を集中させることなく自然な状態で聞いて下さい」という部分を強調して教示を行った。また、分離条件では色選択の後、音が左右でどの程度バラバラに聞こえたかを尋ねる質問紙を配布し、試行ごとに「はっきりバラバラに聞こえた」から「まったくバラバラに聞こえなかった」の5件法で記入するよう求めた。その際、音刺激は同じタイミング、音量で提示されるので聞こえ方の違いについて回答するよう求めた。聴覚刺激の提示は別のパソコンで実験者が手動で行い、参加者が任意のタイミングで合図を出した後すぐに提示するようにした。同じ音を何度も提示することも可能とした。また、各条件の試行後に休憩を取ることもできた。

## 結果

一貫性と、提示条件および音の組み合わせの違いによる知覚（想起）された色についての検討を行った。

### 一貫性

RGB 値を用いて、単音条件下での参加者内の色選択の一貫性について検討を行った。これは、共感覚者が知覚する色は個人内で不変であるという共感覚の共通する特徴（Ward & Mattingley, 2006; Cytowic & Eagleman, 2009）を検証するためである。選択された色の RGB 値を 3 次元の座標として、1 音ごと 3 回の反復試行における第 1 回選択と第 2 回選択の色の間の距離、第 2 回選択と第 3 回選択の色の間の距離、第 1 回選択と第 3 回選択の色の間の距離を算出した。この距離が近ければより似た色を選択したことになり、遠ければ異なる色を選択したことになる。すなわち、選択した色が個人内で一貫していれば値は小さくなり、一貫性が高いといえることができる。なお、本調査では 1 試行につき複数の色を選択することができ、強く感じられた順に選ぶよう教示したが強弱は参加者の主観であるため、分析では選択順序に関係なく選択されたすべての色の間の距離を求めた。

求められた距離を音ごとに平均し、共感覚者 a と b（共感覚群）と一般群の 2 群において、色選択の一貫性について二要因（群 2 × 音 12）の混合計画で分散分析を行った。結果を図 2 に示した。音要因の主効果（ $F(11, 121) = 1.168, p > .05$ ）、被験者群要因の主効果もなかった（ $F(1, 11) = 0.515, p > .05$ ）。交互作用もみられなかった（ $F(11, 121) = 0.825, p > .05$ ）。

### 提示条件および音の組み合わせによる比較

次に、共感覚者 a, b における刺激の提示方法と音の組み合わせ（左右チャンネル）の違いによる色選択の変化について分析を行った。本論文では単音条件と分離条件間での色の知覚を音の組み合わせ、すなわち基準とした単音の左右の提示チャンネルの違いにおいて有意差がみられたものだけを記載した。この部分から参加者の優位耳を判断するためである。分析の対象となった音の組み合わせを表 2 に示し、各提示条件下での選択された色の間の距離を算出した。この距離が近ければ 2 提示条件間でより似た色を選択したことになり、遠ければ異なる色を選択したことになる。単音条件における 12 音を基準にして、それぞれの単音を含む和音条件と分離条件との間で知覚された色の距離を求め、一つ一つについて被験者内二要因（提示する音の組み合わせ 2 × 提示条件の組み合わせ 3）の分散分析を行った。

表 2 基準とする単音条件下の 12 刺激と、基準音を含む和音条件と分離条件の比較する音の組み合わせ 24 刺激

基準となる単音	音の組合せ	
	（ ）内は基準音が提示される耳	
C	CF（左）	CA#（右）
C#	C#G（右）	C#A（左）
D	DG#（右）	DB（左）
D#	D#F（右）	D#F#（左）
E	EG（左）	EB（右）
F	CF（右）	D#F（左）
F#	D#F#（右）	F#A#（左）
G	C#G（左）	EG（右）
G#	DG#（左）	G#A（右）
A	C#A（右）	G#A（左）
A#	CA#（左）	F#A#（右）
B	DB（右）	EB（左）

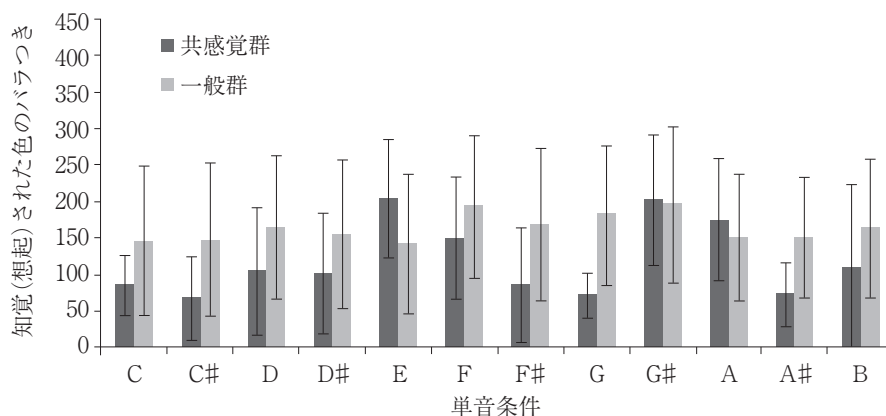


図 2 共感覚群と一般群における単音条件下で一貫性（エラーバーは標準偏差）。バラツキの数値が大きいほど、一貫性が低いことを示す。

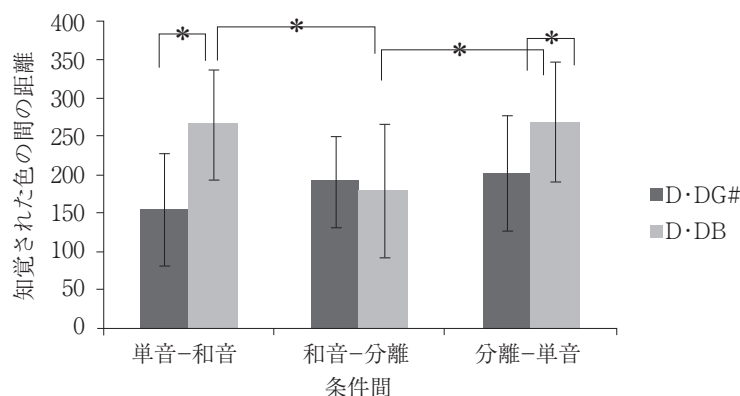


図3 共感覚者aにおけるDを基準としたDG#とDBの条件間で知覚した色の間の距離平均（エラーバーは標準偏差）

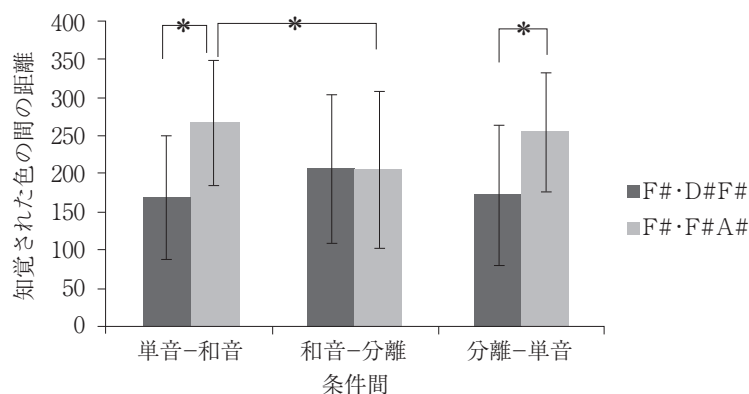


図4 共感覚者aにおけるF#を基準としたD#F#とF#A#の条件間で知覚した色の間の距離平均（エラーバーは標準偏差）

**■共感覚者aの場合** 単音条件のDを基準として、条件間での距離の平均値と標準偏差を求め、図3に示した。分析の結果、音の組み合わせによる主効果がみられ ( $F(1, 164) = 23.03, p < .05$ )、条件の組み合わせによる主効果もみられた ( $F(2, 164) = 6.72, p < .05$ )。また、交互作用がみられ ( $F(2, 164) = 10.19, p < .05$ )、単音-和音条件および分離-単音条件におけるDG#とDBとの間に有意差があった ( $F(1, 164) = 29.87, p < .05, F(1, 164) = 11.33, p < .05$ )。このことから、和音条件および分離条件ではDG#の方がDBよりも単音Dに似た色を知覚していたことが分かった。そして分離-単音条件に左右チャンネルの違いによる有意差があったので優位耳について判断すると、Dが右チャンネルから提示されたDG#において、より単音Dに似た色を知覚したことから、右耳優位と判断できた。

DBにおける単音-和音条件と和音-分離条件との間、和音-分離条件と分離-単音条件との間に有意差があった ( $F(2, 164) = 13.88, p < .05$ )。このことから、DBにおいては分離して提示したときの方が単音よりも

和音で提示したときと似た色を知覚していたことが分かったと同時に、和音で提示したときの方が単音よりも分離して提示したときと似た色を知覚していたことが分かった。すなわち、DBにおいて和音条件と分離条件とは似た色を知覚していた。

単音条件のF#を基準として、条件間での距離の平均値と標準偏差を求め、図4に示した。分析の結果、音の組み合わせによる主効果がみられ ( $F(1, 210) = 24.30, p < .05$ )、条件の組み合わせによる主効果はみられなかった ( $F(2, 210) = 0.32, p > .05$ )。また、交互作用がみられ ( $F(2, 210) = 6.39, p < .05$ )、単音-和音条件および分離-単音条件におけるD#F#とF#A#との間に有意差があった（それぞれ  $F(1, 210) = 21.82, p < .05; F(1, 210) = 15.27, p < .05$ ）。このことから、和音条件および分離条件ではD#F#の方がF#A#よりも単音F#に似た色を知覚していたことが分かった。そして分離-単音条件に左右チャンネルの違いによる有意差があったので優位耳について判断すると、F#が右チャンネルから提示されたD#F#におい

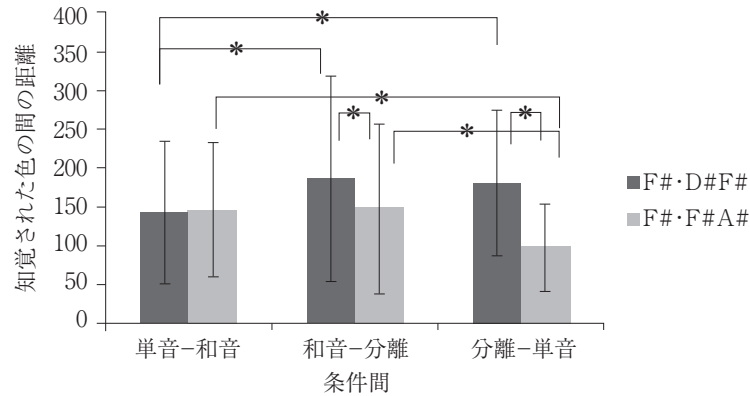


図5 共感覚者bにおけるF#を基準としたD#F#とF#A#の条件間で知覚した色の間の距離平均（エラーバーは標準偏差）

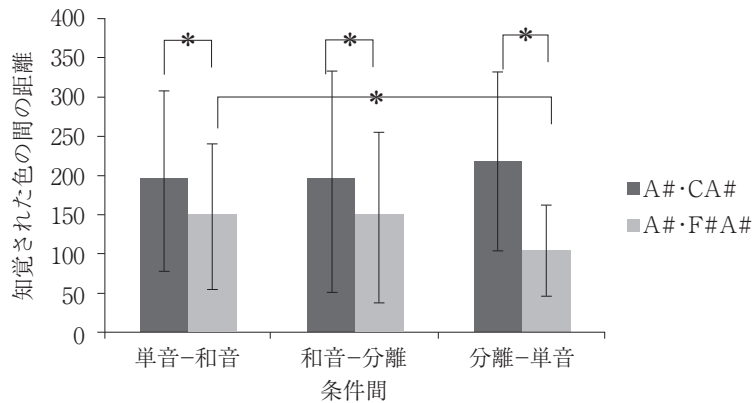


図6 共感覚者bにおけるA#を基準としたCA#とF#A#の条件間で知覚した色の間の距離平均（エラーバーは標準偏差）

て、より単音F#に似た色を知覚したことから、右耳優位と判断できた。F#A#における単音-和音条件と和音-分離条件との間に有意差があった ( $F(2, 210) = 4.76, p < .05$ )。このことから、F#A#においては分離して提示したときの方が単音よりも和音で提示したときと似た色を知覚していたことが分かった。すなわち、F#A#において和音条件と分離条件とでは似た色を知覚していた。他の音における左右チャンネルによる違いはなかった ( $p > .05$ )。

**■共感覚者bの場合** 単音条件のF#を基準として、条件間での距離の平均値と標準偏差を求め、図5に示した。分析の結果、音の組み合わせによる主効果がみられ ( $F(1, 462) = 18.83, p < .05$ )、条件の組み合わせによる主効果もみられた ( $F(2, 462) = 3.34, p < .05$ )。また、交互作用がみられ ( $F(2, 462) = 7.63, p < .05$ )、和音-分離条件および分離-単音条件におけるD#F#とF#A#との間に有意差があった（それぞれ  $F(1, 462) = 5.81, p < .05$ ;  $F(1, 462) = 27.42, p < .05$ ）。

このことから、分離条件ではF#A#の方がD#F#よりも単音F#に似た色を知覚していたことが分かった。そして分離-単音条件に左右チャンネルの違いによる有意差があったので優位耳について判断すると、A#が右チャンネルから提示されたF#A#において、より単音A#に似た色を知覚したことから、右耳優位と判断できた。また、和音-分離条件におけるCA#とF#A#に差があったことから、F#A#の方がCA#よりも和音条件と分離条件間で似た色を知覚していたことが分かった。D#F#における単音-和音条件と和音-分離条件との間、単音-和音条件と分離-単音条件との間に有意差があった ( $F(2, 462) = 4.62, p < .05$ )。このことから、D#F#においては単音が分離して提示したよりも和音で提示したときと似た色を知覚していたことが分かったと同時に、和音で提示したときの方が分離して提示したときよりも単音F#と似た色を知覚していたことが分かった。すなわち、D#F#において単音条件と和音条件とは似た色を知覚していた。F#A#における単音



－和音条件と分離－単音条件との間、和音－分離条件と分離－単音条件との間に有意差があった ( $F(2, 462) = 6.15, p < .05$ )。このことから、F#A#においては分離して提示したときの方が和音で提示したときよりも単音F#と似た色を知覚していたことが分かったと同時に、単音の方が和音で提示したときよりも分離して提示したときと似た色を知覚していたことが分かった。すなわち、F#A#において単音条件と分離条件とは似た色を知覚していた。

単音条件のA#を基準として、条件間での距離の平均値と標準偏差を求め、図6に示した。分析の結果、音の組み合わせによる主効果がみられ ( $F(1, 444) = 45.29, p < .05$ )、条件の組み合わせによる主効果はみられなかった ( $F(2, 444) = 0.35, p > .05$ )。交互作用がみられた ( $F(2, 444) = 4.86, p < .05$ )。また、単音－和音条件、和音－分離条件および分離－単音条件すべてにおけるCA#とF#A#との間に有意差があった (それぞれ  $F(1, 444) = 7.32, p < .05$ ;  $F(1, 444) = 6.53, p < .05$ ;  $F(1, 444) = 40.11, p < .05$ )。このことから、和音条件および分離条件ではF#A#の方がCA#よりも単音A#に似た色を知覚していたことが分かった。そして優位耳について判断すると、F#が左チャンネルから提示されたF#A#において、より単音F#に似た色を知覚したことから、左耳優位と判断できた。また、和音－分離条件におけるD#F#とF#A#に差があったことから、F#A#の方がD#F#よりも和音条件と分離条件間で似た色を知覚していたことが分かった。F#A#における単音－和音条件と分離－単音条件との間に有意差があった ( $F(2, 444) = 3.91, p < .05$ )。このことから、F#A#においては分離して提示したときの方が和音で提示したときよりも単音A#に似た色を知覚していたことが分かった。すなわち、F#A#において単音条件と分離条件とは似た色を知覚していた。

他の音における左右チャンネルによる違いはなかった ( $p > .05$ )。

## 考察

本研究では、色聴共感覚における半球機能の優位性と音の概念の影響について調査することを目的とし、知覚される色の聴覚刺激の提示方法による変化を調べた。

### 一貫性について

はじめに共感覚の特徴である共感覚者の個人内での一

貫性について検討を行った。図2より、共感覚群と一般群とで一貫性について比較したところ、有意な主効果はみられなかった。このことから共感覚群と一般群とで一貫性の程度に差はなかったといえる。

インタビューを通して、共感覚者aは音感を持たずに色を知覚していることが分かり、色聴においても意味や概念を介在せずに色の知覚をする共感覚者がいることが示唆された。共感覚者aは楽器演奏経験はあるが「楽譜が読めない」と言っており、音を聞いて知覚された色を手がかりに、それと一致するように楽器を演奏していたのだと思われる。つまり、音の聴取から色知覚のプロセスに概念は介在しておらず、色の知覚が先行しているものと考えられる。一方、同じくインタビューを通して共感覚者bは絶対音感を有していることが分かり、また色の知覚と音名の認識はほぼ同時であるという。これらのことから提示される刺激の音名が分からなくとも色の知覚がなされるが、音名という概念が介在する場合には音と知覚される色との結びつきをより強く、安定的にする働きをもつことが考えられる。

本研究では、絶対音感の有無の点で異なる共感覚者2名を共感覚群として一まとめにしてしまったために、一般群との一貫性の比較において有意差が生じなかったと思われる。また、本研究では音感について厳密に調べることはしなかった。そのため、一般群の中に相対ないし絶対音感を多少なり持っている参加者がいた場合、一般群の一貫性はより高いものを示すことが考えられる。このような事態を想定し、事前に音感の有無、程度についてテストしておく必要があった。

### 提示条件および音の組み合わせによる比較について

共感覚者a, bの各条件間における音の組み合わせ(左右チャンネル)の違いによる色選択の変化について考察する。

図3, 4より、共感覚者aは単音－和音条件および分離－単音条件における音の組み合わせに共通して有意差がみられた。このとき、図3においてはDG#が、図4においてはD#F#が、より単音に似た色を知覚する音の組み合わせであった。両者を構成する2音の音程に着目すると、それぞれ7度、4度であり、DB(10度)、F#A#(5度)よりも音程が小さいことが分かる。長田・岩井・津田・和氣・井口(2003)によって色聴共感覚者は音高が上がると知覚する色の明度が上がる傾向が示されたことを踏まえると、2音間の音程が小さいほど同等の明度の色の組み合わせとなり、単音で知覚された



色に似るのではないかと考えられる。また、DB、F#A#という2音間の音程が大きかったものにおいて、単音-和音条件と和音-分離条件に共通して有意差がみられた。このことから、音程の大きい音の場合、和音条件と分離条件とで似た色を知覚し、それは単音で知覚した色とは異なっている、ということができる。さらに、DBは完全6度、F#A#は長3度と、安定して聞こえる音の組み合わせであったことから、分離して提示してもマッチしているように聞こえたため、聞こえ方が和音条件と分離条件で大差なかったのではないと思われる。

図5、6より、共感覚者bはF#あるいはA#、またはその両方を含む音の組み合わせでのみ分離-単音条件で有意差があった。また、図5、6いずれにおいてもF#A#がより単音に似た色を知覚する組み合わせとなっている。つまり、F#A#においては、基準とする単音が左右どちらのチャンネルから提示されてもF#A#で知覚される色はF#とA#のどちらの単音で知覚された色にも似ているのである。これは、そもそも単音条件で知覚されたF#とA#の色が似ているためであると考えられる。共感覚者bはFあたりから高音に向かって明度が上がる傾向にあるため、CやD#といった低音部との組み合わせよりも、F#とA#は明度が近いのだろう。加えて、選択した色合いも似ている。また、F#A#は、D#F#やCA#よりも和音-分離条件における色の間の距離が小さく、F#A#は和音条件と分離条件とで知覚する色が他の音の組み合わせのものより似ていることが分かった。これは、F#A#が長3度であるのに対して、D#F#が短3度、CA#が短7度で調性が異なり不安定な感じを与えるために、F#A#がよりまとまりよく聞こえたためではないと思われる。しかし、それはあくまで別の音の組み合わせと比較したときの話であり、F#A#は図5、6に共通して単音-和音条件と分離-単音条件間に有意差があったことから、より1音がはっきりと聞こえる分離条件で知覚された色が単音で知覚された色に似ていることには変わりない。絶対音感を有している共感覚者bであるから、分離条件において音の同定を容易にしていたことが影響しているかもしれない。

以上から、共感覚者aとbには、長田ら(2003)と同様の、音高が上がると知覚される色の明度が上がるという特徴が共通していると考えられる。また、Cytowic & Eagleman (2009 山下訳 2010) は共感覚の特徴として「快/不快といった感情を伴う」といったものも挙げており、両者とも不安感を喚起させるような短調の組み

合わせが、長調の組み合わせよりも色の間の距離が大きくなったことはこの特徴に通じるものがあるのではないかと考えられる。

優位耳は分離条件において知覚された色が右(左)に提示された音の単音条件での色知覚により似ていた回数によって判断する。図3~6から、音の組み合わせ間に共感覚者a、bとも単音-分離条件で2つの有意差があった。このうち、共感覚者aが右耳に提示した単音とより似た色を選択したのは2回であったことから、共感覚者aは右耳優位の傾向であると考えられる。共感覚者bが左耳に提示した単音と、より似た色を選択したのは1回、右耳に提示した単音と、より似た色を選択したのは1回であったことから、共感覚者bに優位耳はないと考えられる。共感覚者a、bの半球機能差について利き手テストおよび優位耳判定の結果を併せると、共感覚者aは左手利き、右耳優位、共感覚者bは両手利き、優位耳なしと判断できる。しかし、本研究における優位耳の判断を行うことができる刺激の組み合わせは12組と少なく、このうち有意差があったものは共感覚者a、bともわずかであった。そのため優位耳の判定結果の妥当性は高くはないと思われる。このことから、本研究において直ちに色聴共感覚者の半球機能の優位性は確認できなかったと言わざるを得ない。今後は刺激および参加者の数を増やすことや手続きの改善が求められる。

本研究では色聴に両耳分離聴を用いるあまり例をみないアプローチを行い、音の概念の働きや半球機能差について検討したが多くの課題が残された。結果の処理の仕方についても、単純にRGB値の距離を利用するのではなく、色はカテゴリカルに知覚されるものであるから色相を取り入れカテゴリ内で距離を求めるなどの改善が必要であると考えられる。近年共感覚はメディアでも取り上げられ、広く周知のものとなってきた。しかしまだまだその全貌が解明されているとは言い難い。fMRIなどの設備を使い脳科学的な探求が注目されがちだが、人の手によるアナログな手法での検討も新たな発見の可能性を存分に秘めていると思われる。今後の共感覚研究の発展、深化に期待したい。

## 引用文献

- Cytowic, R. E. (1993). *The man who tasted shapes*. MIT Press. (山下篤子(訳)(2002). 共感覚者の驚くべき日常—形を味わう人, 色を聴く人 草思社)
- Cytowic, R. E., & Eagleman, D. M. (2009). *Wednesday is indigo blue: Discovering the brain of synesthesia*. MIT Press.

- (山下篤子(訳)(2010). 脳のなかの万華鏡—「共感覚」のめくるめく世界 河出書房新社)
- Day, S. (2005). Some demographic and socio-cultural aspects of synaesthesia. In Robertson, L. C., & Sagiv, N. (Eds.), *Synaesthesia: Perspectives from cognitive neuroscience*. New York: Oxford University Press, 11-33.
- Grossenbacher, P. G. (1997). Perception and sensory information in synaesthetic experience. In Baron-Cohen, S., & Harrison, J. E. (Eds.), *Synaesthesia: Classic and contemporary Readings*. Cambridge, Massachusetts: Blackwell, 148-172.
- Harrison, J. (2001). *Synaesthesia – The strange thing*. New York: Oxford University Press. (松尾香弥子(訳)(2002). 共感覚 もっとも奇妙な知覚世界 新曜社)
- 八田武志 (1996). 左利きの神経心理学 医歯薬出版
- Hebb, D. O. (1949). *Organization of psychology*. New York: Wiley. (白井常(訳)(1957). 行動の機構 岩波書店)
- Marks, L. E., & Odgaard, E. C. (2005). Developmental constraints on theories of synesthesia. In Robertson, L. C., & Sagiv, N. (Eds.), *Synaesthesia*. New York: Oxford University Press, 214-236.
- 南憲治 (2010). 共感覚についての最近の知見 帝塚山大学現代生活学部紀要, **6**, 67-77.
- 長田典子・岩井大輔・津田学・和氣早苗・井口征士 (2003). 音と色のノンバーバルマッピング—色聴保持者のマッピング抽出とその応用 電子情報通信学会論文誌, **11**, 1219-1230.
- 長田典子・藤澤隆史 (2009). 共感覚の脳機能イメージングシステム 制御情報学会誌, **6**, 149-157.
- Nunn, J. A., Gregory, L. J., Brammer, M., Williams, S. C. R., Parslow, D. M., Morgan, M. J., Moris, R. G., Bullmore, E. T., Baron-Cohen, S., & Gray, J. A. (2002). Functional magnetic resonance imaging of synesthesia: Activation of V4/V8 by spoken words, *Nature Neuroscience*, **5**, 371-375.
- 奥宮陽子・大串健吾 (1997). 旋律の記憶難易度を規定する要因—絶対音感保持者の場合 日本音響学会誌, **53**, 698-705.
- 篠原照輝 (2009). 色聴者判定テスト, 2011年11月3日.   
〈<http://www.synaesthesia.jp/index.php>〉(2011年10月27日)
- 梅本堯夫 (1966). 音楽心理学 誠信書房
- Rich, A. N., Williams, M. A., Puce, A., Syngienotis, A., Howard, M. A., McGlone, F., & Mattingley, J. B. (2006). Neural correlates of imagined and synaesthetic colours, *Neuropsychologia*, **44**, 2918-2925.
- 高橋理宇眞・藤澤隆史・長田典子・杉尾武志・井口征士 (2006). fMRIによる共感覚の計測：色聴者の音楽聴取時の脳活動 情報処理学会研究報告 音楽情報科学, **90**, 105-108.
- 山下花緒 (2010). 専修大学文学部心理学科研究法論文(未刊行)
- Ward, J. (2010). Synaesthesia Questionnaire   
〈<http://www.psychol.ucl.ac.uk/jamie.ward/synquestionnaire.pdf>〉(2010年5月19日)
- Ward, J., & Mattingley, J. B. (2006). Synaesthesia: An overview of contemporary findings and controversies. *Cortex*, **42**, 129-136.